

**"MEJORAS PARA ELEVADOR DE PASAJEROS O CARGA CON  
BASE AL USO DE CADENAS, CONTRAPESOS Y SERVOMOTORES"**

---

**5    ANTECEDENTES DE LA INVENCION.**

Desde la invención de los elevadores hace aproximadamente 125 años, se han construido elevadores tanto de personas como de carga dentro de tres categorías: la

10 primera que aún sigue siendo la más usada es la de elevadores equipados con cables metálicos y sistemas motrices eléctricos; la segunda (con limitaciones de altura) es la de elevadores que usan pistones hidráulicos bien sea de pistón simple o telescópico; y la tercera (con mayores restricciones

15 de carrera) los que usan tornillos bien sea en forma directa o indirecta. Cada uno de estos elevadores tiene aplicaciones específicas en donde su uso puede ser recomendable. Las primeras dos clasificaciones pueden tener variantes de usarse con contrapesos que reducen en forma significativa el tamaño

20 de los equipos motrices y los vuelve más eficientes.

En los elevadores equipados con cables tractores, el contrapeso es una parte muy importante y por lo general se usa como norma que éste sea de aproximadamente el 60% del

25 peso de la cabina, puesto que mayores contrapesos traerían problemas de estabilidad durante los procesos de frenado toda vez que se usan en circuitos abiertos elásticos, es decir que solo conectan a la cabina y al contrapeso por la parte superior; exigiendo que la cabina tenga como diseño una mayor

30 inercia que el contrapeso para evitar tirones durante el

proceso de frenado. El elevador de esta invención, sustituye los cables de tracción por cadenas metálicas, de igual forma sustituye la polea tractora por catarinas, pero además lo hace mediante un circuito cerrado, es decir por arriba y por debajo, con lo que se asegura una mayor estabilidad del sistema de tracción.

Los elevadores de cables adolecen del defecto de que los cables tienen un estiramiento de alrededor del 2% de su longitud que es inherente al propio estiramiento de los alambres de acero y a la formación del torcido de los cables (trefilado), que al tener una tensión adelgazan la sección del cable en forma temporal, pero con una tendencia de deformación permanente. El estiramiento progresivo de los cables junto con el doblar de los mismos en la polea de tracción y la polea deflectora producen la fatiga del cable por lo cual se tienen que usar coeficientes de seguridad muy altos ( 10 a 1 ). Así también las poleas tractoras por lo general tienen ranuras múltiples con la forma del trefilado del cable para asegurar una mayor tracción y evitar el deslizamiento. Sin embargo estas ranuras obedecen a la forma del cable no estirado por lo que cuando éste ha cedido se convierte en un elemento de fricción ocasionando desgaste entre el cable y la polea.

Los constantes estiramientos de los cables de tracción traen como consecuencia desajustes en las paradas del elevador, con mayores necesidades de mantenimiento.

El sistema de tracción aquí propuesto permite el uso de contrapesos muy grandes, sin que se tenga inestabilidad durante los procesos de frenado, en virtud de

que se trata de un circuito cerrado no elástico, lo que permite un mejor balance entre el peso de la cabina y el peso del contrapeso, pero además nos permite incrementar este último hasta el 50 % adicional de la carga que se pretende transportar verticalmente, con lo que se requiere una menor potencia eléctrica para obtener el movimiento a la velocidad requerida.

Por lo general los equipos de tracción de los elevadores de cables están constituidos por motores eléctricos acoplados a reductores de velocidad tipo helicoidal, que reducen la velocidad del motor e incrementan el torque en la flecha de salida que se acopla a la polea tractora. Por la naturaleza de diseño y fabricación estos reductores de velocidad tienen eficiencias de alrededor de 80%, con un desgaste progresivo en virtud de que trabajan por fricción de un piñón contra una corona. Este tipo de reductores además requiere constante mantenimiento, para evitar el incremento de los coeficientes de fricción en forma estrepitosa.

Los motores de los elevadores por lo general son eléctricos, bien sea de corriente continua o de corriente alterna por lo general de dos velocidades. En la actualidad en aplicaciones de elevadores para grandes alturas se usan motores de frecuencia variable para proporcionar una mayor suavidad durante los arranques y paros mediante el uso de inversores de corriente. El elevador de esta invención usa uno, dos o hasta cuatro servomotores que se acoplan a reductores de velocidad tipo planetario, que a su vez giran las catarinas tractoras que hacen girar a las cadenas tractoras que elevan o bajan tanto a la cabina del elevador

como al contrapeso. El hecho de usar servomotores, tiene los beneficios de que se trata de equipos motrices pre-programables, que tienen mejores características eléctricas y mecánicas para arranques y paros frecuentes, son más compactos, son de velocidad variable, totalmente exactos, se puede programar el número de vueltas que deben girar, el tiempo o la distancia de aceleración o desaceleración, el paro o torque máximo, son reversibles, tienen frenado contraelectromotriz y nos proporcionan una retroalimentación de todo el comportamiento a través de su servo amplificador y el codificador.

Los elevadores tradicionales están controlados por circuitos integrados con microprocesadores que reciben las señales de sensores de tipo inductivo o microselectores que establecen llamadas o posiciones relativas de la cabina. Los circuitos integrados, se encuentran programados para llevar a cabo las secuencias de operación que consisten en subir, bajar (con la aplicación de dos velocidades o velocidad variable), renivelar, abrir y cerrar puertas. El elevador de esta invención modifica el sistema de control al adoptar las ventajas que ya son inherentes a los servomotores, que al ser motores inteligentes tienen integrados los codificadores y los servoamplificadores, mediante los cuales se proporciona a los propios servomotores el arranque, la aceleración, la velocidad de operación, el número de vueltas que debe trabajar, el torque programado, la desaceleración y el paro, además de obtener una retroalimentación del comportamiento exacto de la operación y el estado o posición final del servomotor. Por lo tanto, en este caso no se requiere la utilización de sensores externos, siendo todo el sistema de control de los servomotores intrínseco. Para controlar los

5

movimientos secuenciales como la apertura y cierre de puertas, así como las llamadas de elevador en su viaje ascendente o descendente, se usa un "controlador lógico programable" (PLC), para procesar las señales digitales o analógicas que pueden ser alimentadas a la lógica programable de control, con un gran nivel de confiabilidad y simplicidad en la programación.

10

#### DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

LA FIGURA N° 1 , muestra una vista isométrica de los principales elementos de un elevador con un solo equipo de tracción de la parte superior.

20

LA FIGURA N° 2, muestra un acercamiento de la parte superior del equipo motriz de la FIGURA N° 1 con el propósito de resaltar los detalles de éstos.

25

LA FIGURA N° 3, muestra un diagrama de bloques mostrando los principales equipos que intervienen en el control de los movimientos de operación del elevador.

30

LA FIGURA N° 4 , muestra una vista isométrica de los principales elementos de un elevador con dos equipos de tracción en la parte superior.

LA FIGURA N° 5 , muestra una vista isométrica de los principales elementos de un elevador con cuatro equipos de tracción, dos ubicados en la parte superior y dos en la parte inferior.

LA FIGURA N° 6, muestra un diagrama de bloques mostrando los principales equipos que intervienen en el control de los movimientos de operación del elevador con dos sistemas de tracción.

LA FIGURA N° 7, muestra un diagrama de bloques mostrando los principales equipos que intervienen en el control de los movimientos de operación del elevador con cuatro sistemas de tracción.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

#### MODALIDAD PREFERIDA EN REFERENCIA A LA FIG. N° 1

El elevador de pasajeros o carga con base al uso de cadenas, contrapesos y servomotores de esta invención se encuentra referido a LAS FIGURAS No. 1 y 3, y consta de las siguientes partes: Una cabina del elevador (1) constituida por una plataforma y un marco de seguridad de tipo estructural (44), en cuya parte superior serán acopladas las cadenas de tracción (3). Las paredes de la cabina del elevador no se muestran en la figura con el propósito de mostrar los elementos que quedarían detrás de ella. La cabina del elevador asciende y desciende, deslizándose verticalmente sobre unos rieles laterales (2) sobre los que corren cuatro zapatas deslizantes o guías de rodajas (no mostradas en los dibujos), que van firmemente atornilladas a los cuatro vértices del marco de seguridad (44) de la cabina del elevador (1).

En el puente superior del marco de seguridad (44)

del elevador se encuentran conectadas dos cadenas paralelas de eslabones de acero (3) que sustituyen a los tradicionales cables tractores de acero de los elevadores. Dichas cadenas tienen la ventaja de tener un radio de dobléz mucho más  
5 reducido que el que se usa normalmente para los cables de acero de tracción, además de que tienen coeficientes de estiramiento inferiores a los normalmente encontrados en los cables de acero, así también proporcionan coeficientes de seguridad superiores. Actualmente existe una variedad muy  
10 grande de tipos de cadenas de transmisión en el mercado dependiendo del tipo de uso que se le va a otorgar e incluyendo aquellos tipos de cadenas que no requieren lubricación pues se encuentran manufacturadas con metales prelubricados. Las cadenas suben hasta una catarina (4) de  
15 tracción que se encuentra montada sobre una flecha horizontal (5) y dos chumaceras (6) en sus extremos. La catarina va fijamente acoplada a la flecha de tracción mediante cuñas o cualquier otro aditamento que no permita el deslizamiento con la flecha tractora. En un extremo de la flecha tractora,  
20 ésta se acopla al reductor de velocidad mediante un cople (7) que tiene el objetivo de absorber cualquier desalineamiento lineal o angular con la flecha de salida del reductor de velocidad (8). Acoplado directamente al reductor de velocidad (8) que es de tipo planetario, va un servomotor  
25 (9), que en conjunto representan la parte motriz de todo el elevador. Todo este conjunto deberá ir montado sobre una placa base (41) que tenga suficiente rigidez la cual irá anclada a una estructura (42) que va soportada por el cubo del elevador o el cuarto de máquinas .

30

Las cadenas (3) después de dar vuelta sobre la catarina tractora (4) con un ángulo aproximadamente de 270°

## 8

corren sobre una segunda catarina deflectora (10) que a su vez va montada sobre una flecha (11) que gira entre dos chumaceras laterales (12). Una vez que las cadenas pasan sobre esta catarina deflectora continúan su trayectoria vertical descendente para ser acopladas al contrapeso (13) que corre verticalmente en la parte posterior de la cabina del elevador. El contrapeso tiene una masa equivalente al 100% de la masa de la cabina más el 50% de la masa de la carga que se pretende transportar, con lo que se logra que los consumos de energía para subir la cabina totalmente cargada o para bajarla sin carga alguna sean equivalentes; siendo estas las condiciones de carga máxima a las cuales estarán sometidos los elementos de tracción y motrices del elevador. Bajo estas condiciones se optimiza en forma muy importante el tamaño de los equipos motrices, toda vez que únicamente estarán calculados para el 50% de la carga máxima a elevar o a bajar en cualquiera de los movimientos de ascenso o descenso. El contrapeso en forma similar a la cabina, se encuentra guiado verticalmente por dos rieles (14) sobre los cuales se deslizan las correderas o las rodajas de alineamiento comunes en estos casos.

En la parte inferior del contrapeso se encuentran dos cadenas descendentes (15) que corren verticalmente para girar alrededor de una tercera catarina de tensión (16) que se encuentra acoplada firmemente a una flecha (17) y dos chumaceras (18) las cuales van firmemente ancladas a otra estructura (43) que va anclada al piso de la fosa del elevador. Una vez que dichas cadenas (15) dan la vuelta alrededor de la polea tensora suben en un ángulo de aproximadamente 45° a una segunda polea deflectora (19), que en forma similar va firmemente acoplada a una flecha (20) que



gira en medio de dos chumaceras horizontales (21) y que también están firmemente ancladas al piso de la fosa del elevador. A partir de este momento las cadenas (15) suben verticalmente hasta ser firmemente acopladas a la parte inferior del marco de seguridad (44) de la cabina (1).

De esta forma la cabina (1), la cadena tractora (3), el contrapeso (13), la cadena de retorno (15) y nuevamente la cabina (1), forman un circuito cerrado deslizante no elástico, logrando con esto una absoluta precisión en sus movimientos relativos y con un mayor equilibrio entre las masas de las cargas de la cabina más la carga a levantar y la carga del contrapeso.

La catarina tractora (4) al ser de menor diámetro que las poleas tractoras para cables tradicionales, permite el mantener velocidades angulares mayores en la flecha de salida del reductor de velocidad, con lo que se requieren menores relaciones de velocidad en el reductor (8), proporcionándole una mayor eficiencia al mismo, por lo que en este caso resulta más adecuado la selección de reductores de velocidad tipo planetario que los reductores de velocidad tipo helicoidal usados tradicionalmente, incrementando la eficiencia en factores que superan el 15% contra estos últimos. Así también tiene la ventaja de que los reductores de tipo planetario pueden transmitir torques proporcionalmente superiores comparados por los reductores helicoidales, y permiten factores de sobrecarga significativamente más altos. La eficiencia del tipo de reductores planetarios, por lo general es superior al 95%, siendo éstos de un tamaño compacto y no requiriendo por lo general mantenimiento, toda vez que no existen elementos

sujetos a fricción como en el caso de los reductores helicoidales. Los reductores tipo planetario son reversibles y por lo general son de alta precisión sin juego angular(cero *backlash*). El diseño inherente de las catarinas para ser acopladas con las cadenas de tracción no tiene deslizamiento alguno, por lo que no existe desgaste por fricción entre estos dos elementos manteniendo durante más tiempo sus condiciones originales.

En el presente caso del elevador con servomotores no se requieren los frenos de contra-vuelta de los elevadores tradicionales, que normalmente van acoplados al reductor de velocidad, teniendo en sustitución un freno estático (25) acoplado directamente al rotor del servomotor (9) es decir en el lado de bajo torque del sistema y que permite por sus características inherentes, el tener una mejor coordinación en el proceso de frenado y liberación que actúa en solo cuestión de milisegundos. Asimismo los servomotores al entrar de condición de falla o falta de energía pueden ser programados para que sus embobinados entren en corto circuito, permitiendo que la carga se deslice muy suavemente en forma controlada de tal manera que no se visualizan impactos de la cabina en la parte superior o contra el foso del elevador por sobrevelocidad. Asimismo las características de los propios servomotores les permiten mantener una posición estática de rotor bloqueado, para las diferentes paradas de la cabina del elevador con una capacidad aún superior a la que normalmente se obtienen con los frenos de contravuelta de los elevadores tradicionales.

Los servomotores que normalmente han sido diseñados como equipos motrices para procesos altamente repetitivos

## 11.

tienen las siguientes ventajas que los diferencian de los motores eléctricos tradicionales de los elevadores: se encuentran diseñados y fabricados para una gran cantidad de arranques y paros sin que los estatores fallen por  
5 sobrecalentamiento; a pesar de que son de armazones más compactos, están fabricados con materiales que permiten una mayor disipación de calor; los embobinados se encuentran fabricados con alambres mas delgados y en mucho mayor número que los motores tradicionales teniendo una mayor densidad de  
10 corriente; los imanes permanentes son muy potentes lo que les permite desarrollar potencias relativamente altas en armazones relativamente pequeños; son de frecuencia, voltaje, torque y amperaje programable por lo que su desempeño es totalmente predecible teniendo acoplado en el extremo  
15 posterior de la flecha del rotor un codificador que nos permite retroalimentar todos estos parámetros al servo amplificador que le envía la corriente de potencia y de control en forma programada atendiendo a las señales del controlador del servomotor. No se proporcionan mas detalles  
20 en la descripción de esta patente relativa a los servomotores toda vez que estos son de uso común en la industria.

Los controles del elevador se encuentran constituidos como aparecen en la figura No. 3 y se encuentran  
25 básicamente constituidos por los siguientes elementos: un controlador lógico programable (PLC) (22), en donde reside el programa de la lógica de control y operación del elevador y que tiene como función el registrar los comandos de llamada de la cabina del elevador (23), bien sea de cualquiera de los  
30 pisos (24) a los cuales se pretende dar servicio, en donde se encuentran las botoneras de subida o de bajada, así como los comandos de la botonera de la cabina del elevador para subir

o bajar al ser presionados por el operador o los pasajeros. Así mismo, el (PLC) (22) acumula las llamadas en cola de espera de manera secuencial cuando el elevador se encuentra en operación. Los programas lógicos de control son  
5 similares a los usados en los circuitos integrados con microprocesadores tradicionales de cualquier tipo de elevador por lo que no abundaré en este punto y solo haré referencia en el sentido de que el controlador lógico programable (PLC) tiene la capacidad de sustituir a los controladores  
10 tradicionales de elevadores en forma por demás confiable y con mayores potenciales de uso por sus características universales como elemento de control de cualquier tipo de proceso. El controlador lógico programable tiene capacidad de recibir señales analógicas y digitales de acuerdo a las  
15 necesidades de cada caso y enviar las señales de salida en cualquiera de los dos sistemas hacia los elementos motrices del elevador.

Conectado con el control lógico del programador lógico de control (PLC), se encuentra el controlador de  
20 movimientos del servomotor (26), el cual envía las señales de arranque al servoamplificador (27) que es el aparato que le suministra la potencia al servomotor, misma que ha sido programada, de forma tal que se establezcan los tiempos o ciclos de aceleración, velocidad máxima, torque y las  
25 condiciones de posición en donde inician y terminan las aceleraciones y desaceleraciones así como el paro; todo esto con la retroalimentación del codificador (28) montado en la flecha del rotor del servomotor. Por lo tanto se obtiene un lazo cerrado de alimentación y retroalimentación, que nos  
30 permite establecer y conocer el comportamiento real del sistema. En este sentido el sistema de desplazamiento vertical queda regido por coordenadas verticales de posición

relativa de la cadena que a través de las conversiones adecuadas por el radio de la catarina y de la relación de transmisión del reductor de velocidad, se obtiene la conversión de coordenadas a pulsos del codificador para su adecuada programación. Como se puede apreciar ya resultan innecesarios los sensores externos tanto inductivos como mecánicos u ópticos toda vez que las posiciones se logran a través de la contabilidad de pulsos registrados en el codificador del servomotor. Solo se recomendarían sensores externos de sobrecarrera en la parte superior e inferior del cubo del elevador con el propósito de no depender de un solo sistema para la seguridad del elevador. Finalmente el uso de los controladores lógicos programables nos permiten la posibilidad de incrementar la confiabilidad en términos de seguridad conectando dos PLC en paralelo es decir en redundancia. En el caso de elevadores con dos o más servomotores también se incrementa la confiabilidad, ya que cada servomotor cuenta con su propio codificador y por lo tanto se obtienen señales de retroalimentación en paralelo. La actual tecnología en comunicaciones permite a los PLC conectarse en redes abiertas con sistemas de monitoreo y adquisición de datos que posibilita la elaboración de diagnósticos y la comunicación con sistemas de administración de edificios inteligentes.

25

#### MODALIDAD EN REFERENCIA A LA FIG. N° 4

Esta modalidad tiene la ventaja de tener dos sistemas de tracción, con lo que se logra un respaldo de operación que le permite una mayor seguridad y disponibilidad.

30

El elevador de pasajeros o carga con base al uso de

cadena, contrapesos y servomotores de esta invención se encuentra referido a LAS FIGURAS No. 4 y 6, y consta de las siguientes partes: Una cabina del elevador (1) constituida por una plataforma y un marco de seguridad de tipo estructural (44), en cuya parte superior serán acopladas dos juegos de cadenas de tracción (3), colocadas en los extremos del puente del marco de seguridad (44). Las paredes de la cabina del elevador no se muestran en la figura con el propósito de mostrar los elementos que quedarían detrás de ella. La cabina del elevador asciende y desciende, deslizándose verticalmente sobre unos rieles laterales (2) sobre los que corren cuatro zapatas deslizantes o guías de rodajas (no mostradas en los dibujos), que van firmemente atornilladas a los cuatro vértices del marco de seguridad (44) de la cabina del elevador (1).

En el puente superior del marco de seguridad (44) del elevador se encuentran conectadas dos pares de dos cadenas paralelas de eslabones de acero (3) que sustituyen a los tradicionales cables tractores de acero de los elevadores. Dichas cadenas tienen la ventaja de tener un radio de doblez mucho más reducido que el que se usa normalmente para los cables de acero de tracción, además de que tienen coeficientes de estiramiento inferiores a los normalmente encontrados en los cables de acero, así también proporcionan coeficientes de seguridad superiores. Las cadenas suben hasta dos catarinas (4) de tracción que se encuentran montadas cada una sobre una flecha horizontal (5) y dos chumaceras (6) en sus extremos. Las catarinas van fijamente acopladas a la flecha de tracción mediante cuñas o cualquier otro aditamento que no permita el deslizamiento con las flechas tractoras. En un extremo de la flecha tractora,

ésta se acopla a dos reductores de velocidad mediante dos coples (7) que tienen el objetivo de absorber cualquier desalineamiento lineal o angular con la flecha de salida de los reductores de velocidad (8). Acoplado directamente a cada reductor de velocidad (8) que son de tipo planetario, van dos servomotores (9), que representan en conjunto la parte motriz de todo el elevador. Todo este conjunto deberá ir montado sobre dos placas bases (41) que tengan suficiente rigidez las cuales irán ancladas a una estructura (42) que va soportada por el cubo del elevador o el cuarto de máquinas .

Las cadenas (3) después de dar vuelta sobre las catarinas tractoras (4) con un ángulo aproximadamente de  $270^\circ$  corren sobre dos catarinas deflectoras (10) que a su vez van montadas sobre dos flechas (11) que giran entre dos chumaceras laterales (12) cada una. Una vez que las cadenas pasan sobre estas catarinas deflectoras continúan sus trayectorias verticales descendentes para ser acopladas a dos contrapesos (13) que corren verticalmente en la parte lateral a cada extremo de la cabina del elevador. Los contrapesos tienen en total una masa equivalente al 100% de la masa de la cabina más el 50% de la masa de la carga máxima que se pretende transportar, con lo que se logra que los consumos de energía para subir la cabina totalmente cargada o para bajarla sin carga alguna sean equivalentes; siendo estas las condiciones de carga máxima a las cuales estarán sometidos los elementos de tracción y motrices del elevador. Bajo estas condiciones se optimiza en forma muy importante el tamaño de los equipos motrices, toda vez que únicamente estarán calculados para el 50% de la carga máxima a elevar o a bajar en cualquiera de los movimientos de ascenso o descenso. El contrapeso en forma similar a la cabina, se

encuentra guiado verticalmente por dos rieles (14) sobre los cuales se deslizan las correderas o las rodajas de alineamiento, comunes en estos casos (no mostradas en LA FIGURA 4), que van firmemente atornilladas a las aristas del  
5 cuerpo de cada contrapeso.

En la parte inferior de cada uno de los contrapesos se encuentra un par de cadenas descendentes (15) que corren verticalmente para girar alrededor de dos catarinas  
10 inferiores de tensión (16) que se encuentran acopladas firmemente a dos flechas (17) y dos chumaceras (18) cada una, las cuales van firmemente ancladas a otra estructura (43) que va anclada al piso de la fosa del elevador. Una vez que dichas cadenas (15) dan la vuelta alrededor de las poleas  
15 tensoras suben en un ángulo de aproximadamente  $45^\circ$  a dos poleas deflectoras inferiores (19), que en forma similar van firmemente acopladas a dos flechas (20) que giran en medio de dos chumaceras horizontales (21) cada una y que también están firmemente ancladas al piso de la fosa del elevador. A  
20 partir de este momento las cadenas (15) suben verticalmente hasta ser firmemente acopladas a la parte inferior del puente superior del marco de seguridad (44) de la cabina (1).

De esta forma la cabina (1), las cadenas tractoras  
25 (3), los contrapesos (13), las cadenas de retorno (15) y nuevamente la cabina (1), forman un circuito cerrado deslizante no elástico, logrando con esto una absoluta precisión en sus movimientos relativos y con un mayor equilibrio entre las masas de las cargas de la cabina, más la  
30 carga a levantar y la carga de los contrapesos.

Las catarinas tractoras (4) al ser de menor



diámetro que las poleas tractoras para cables tradicionales, permite el mantener velocidades angulares mayores en la flecha de salida del reductor de velocidad, con lo que se requieren menores relaciones de velocidad en los reductores.

5 (8), proporcionándole una mayor eficiencia al mismo, por lo que en este caso resulta más adecuada la selección de reductores de velocidad tipo planetario que los reductores de velocidad tipo helicoidal usados tradicionalmente, incrementando la eficiencia en factores que superan el 15%

10 contra estos últimos. Así también tiene la ventaja de que los reductores de tipo planetario pueden transmitir torques proporcionalmente superiores comparados por los reductores helicoidales, y permiten factores de sobrecarga significativamente más altos. La eficiencia del tipo de

15 reductores planetarios, por lo general es superior al 95%, siendo éstos de un tamaño compacto y no requiriendo por lo general mantenimiento, toda vez que no existen elementos sujetos a fricción como en el caso de los reductores helicoidales. Los reductores tipo planetario son reversibles

20 y por lo general son de alta precisión sin juego angular (cero *backlash*). El diseño inherente de las catarinas para ser acopladas con las cadenas de tracción no tiene deslizamiento alguno, por lo que no existe desgaste por fricción entre estos dos elementos manteniendo durante mas

25 tiempo sus condiciones originales.

En el presente caso del elevador con servomotores no se requieren los frenos de contra-vuelta de los elevadores tradicionales, que normalmente van acoplados al reductor de

30 velocidad, teniendo en sustitución un freno estático (25) acoplado directamente al rotor del servomotor (9), es decir, en el lado de bajo torque del sistema y que permite por sus

características inherentes tener una mejor coordinación en el proceso de frenado y liberación que actúa en solo cuestión de milisegundos. Asimismo los servomotores al entrar en condición de falla o falta de energía pueden ser programados para que sus embobinados entren en corto circuito, permitiendo que la carga se deslice muy suavemente en forma controlada de tal manera que no se visualizan impactos de la cabina en la parte superior o contra el foso del elevador por sobrevelocidad. Asimismo las características de los propios servomotores les permiten mantener una posición estática de rotor bloqueado, para las diferentes paradas de la cabina del elevador con una capacidad aún superior a la que normalmente se obtienen con los frenos de contravuelta de los elevadores tradicionales.

Los servomotores que normalmente han sido diseñados como equipos motrices para procesos altamente repetitivos tienen las siguientes ventajas que los diferencian de los motores eléctricos tradicionales de los elevadores: se encuentran diseñados y fabricados para una gran cantidad de arranques y paros sin que los estatores fallen por sobrecalentamiento; a pesar de que son de armazones mas compactos, están fabricados con materiales que permiten una mayor disipación de calor; los embobinados se encuentran fabricados con alambres mas delgados y en mucho mayor número que los motores tradicionales teniendo una mayor densidad de corriente; los magnetos permanentes son muy potentes lo que les permite desarrollar potencias relativamente altas en armazones relativamente pequeños; son de frecuencia, voltaje, torque y amperaje programable por lo que su desempeño es totalmente predecible teniendo acoplado en el extremo posterior de la flecha del rotor un codificador que nos

permite retroalimentar todos estos parámetros al servo-amplificador que le envía la corriente de potencia y de control en forma programada atendiendo a las señales del controlador del servomotor. No se proporcionan mas detalles en la descripción de esta patente relativa a los servomotores toda vez que estos son de uso común en la industria.

Los controles del elevador se encuentran constituidos como aparecen en LA FIGURA No. 6 y se encuentran básicamente constituidos por los siguientes elementos: un controlador lógico programable (PLC) (22), en donde reside el programa de la lógica de control y operación del elevador y que tiene como función el registrar los comandos de llamada de la cabina del elevador (23), bien sea de cualquiera de los pisos (24) a los cuales se pretende dar servicio, en donde se encuentran las botoneras de subida o de bajada, así como los comandos de la botonera de la cabina del elevador para subir o bajar al ser presionados por el operador o los pasajeros. Así mismo el controlador lógico programable (PLC) (22) acumula las llamadas en cola de espera de manera secuencial cuando el elevador se encuentra en operación. Los programas lógicos de control son similares a los usados en los circuitos integrados con microprocesadores tradicionales de cualquier tipo de elevador por lo que no abundaré en este punto y solo haré referencia en el sentido de que el PLC tiene la capacidad de sustituir a los controladores tradicionales de elevadores en forma por demás confiable y con mayores potenciales de uso por sus características universales como elemento de control de cualquier tipo de proceso. El controlador lógico programable tiene capacidad de recibir señales analógicas y digitales de acuerdo a las necesidades de cada caso y enviar las señales de salida en

cualquiera de los dos sistemas hacia los elementos motrices del elevador.

Conectado con el control lógico del programador lógico de control (PLC), se encuentra el controlador maestro de movimientos del servomotor (26) que se comunica y comanda en paralelo al controlador esclavo (28), el cual envía las señales de arranque al servoamplificador (27) y (29) que son los aparatos que le suministran la potencia a los servomotores, misma que ha sido programada para que trabajen en sincronía, de forma tal que se establezcan los tiempos o ciclos de aceleración, velocidad máxima, torque y las condiciones de posición en donde inician y terminan las aceleraciones y desaceleraciones así como el paro; todo esto con la retroalimentación de los codificadores (28) montados en la flecha del rotor de cada servomotor. Por lo tanto se obtiene un lazo cerrado de alimentación y retroalimentación, que nos permite establecer y conocer el comportamiento real del sistema. En este sentido, el sistema de desplazamiento vertical queda regido por coordenadas verticales de posición relativa de las cadenas, que a través de las conversiones adecuadas, por el radio de las catarinas y de la relación de transmisión de los reductores de velocidad, se obtiene la conversión de coordenadas a pulsos de los codificadores, para su adecuada programación. Como se puede apreciar ya resultan innecesarios los sensores externos tanto inductivos como mecánicos u ópticos tradicionales toda vez que las posiciones se logran a través de la contabilidad de pulsos registrados en el *codificador* del servomotor maestro, con una redundancia del codificador esclavo. Solo se recomendarían sensores externos de sobrecarrera en la parte superior e inferior del cubo del elevador con el propósito de no depender de un solo

sistema para la seguridad del elevador. Finalmente el uso de los controladores lógicos programables nos permite la posibilidad de incrementar la confiabilidad en términos de seguridad conectando dos PLC en paralelo es decir en redundancia. En el caso de elevadores con dos o más servomotores también se incrementa la confiabilidad, ya que cada servomotor cuenta con su propio codificador y por lo tanto se obtienen señales de retroalimentación en paralelo. La actual tecnología en comunicaciones permite a los PLC conectarse en redes abiertas con sistemas de monitoreo y adquisición de datos que posibilita la elaboración de diagnósticos y la comunicación con sistemas de administración de edificios inteligentes.

#### MODALIDAD EN REFERENCIA A LA FIG. N° 5

Esta modalidad tiene la ventaja de tener cuatro reductores de velocidad y cuatro servomotores, que le proporciona al sistema un mayor índice de confiabilidad en virtud de que podría operar con uno o dos equipos desconectados (uno por lado) a la mitad de la velocidad, además de permitir la selección de equipos de tracción más pequeños, dentro del rango comercial.

El elevador de pasajeros o carga con base al uso de cadenas, 2 contrapesos y 4 servomotores con reductores (dos superiores que jalan a la cabina del elevador y dos inferiores que jalan a los contrapesos) se encuentra referido a LAS FIGURAS No. 5 y 7, y consta de las siguientes partes: Una cabina del elevador (1) constituida por una plataforma y un marco de seguridad de tipo estructural (44), en cuya parte superior serán acoplados dos juegos de cadenas de tracción (3), colocados en los extremos del puente del marco de

seguridad (44). Las paredes de la cabina del elevador no se muestran en la figura con el propósito de mostrar los elementos que quedarían detrás de ella. La cabina del elevador asciende y desciende, deslizándose verticalmente sobre unos rieles laterales (2) sobre los que corren cuatro zapatas deslizantes o guías de rodajas (no mostradas en los dibujos), que van firmemente atornilladas a los cuatro vértices del marco de seguridad (44) de la cabina del elevador (1).

10

En el puente superior del marco de seguridad (44) del elevador se encuentran conectadas dos pares de dos cadenas paralelas de eslabones de acero (3) que sustituyen a los tradicionales cables tractores de acero de los elevadores. Dichas cadenas tienen la ventaja de tener un radio de doblez mucho más reducido que el que usa normalmente para los cables de acero de tracción, además de que tienen coeficientes de estiramiento inferiores a los normalmente encontrados en los cables de acero, así también proporcionan coeficientes de seguridad superiores. Las cadenas suben hasta dos catarinas superiores (4) de tracción que se encuentran montadas cada una sobre una flecha horizontal (5) y dos chumaceras (6) en sus extremos. Las catarinas van fijamente acopladas a la flecha de tracción mediante cuñas o cualquier otro aditamento que no permita el deslizamiento con las flechas tractoras. En un extremo de la flecha tractora, ésta se acopla a dos reductores de velocidad mediante dos coples (7) que tienen el objetivo de absorber cualquier desalineamiento lineal o angular con la flecha de salida de los reductores de velocidad (8). Acoplado directamente a cada reductor de velocidad (8) que son de tipo planetario, van dos servomotores (9), que representan en conjunto la

30

parte motriz de todo el elevador. Todo este conjunto deberá ir montado sobre dos placas bases (41) que tengan suficiente rigidez las cuales irán ancladas a una estructura (42) que va soportada por el cubo del elevador o el cuarto de máquinas .

Las cadenas (3) después de dar vuelta sobre las catarinas tractoras (4) con un ángulo aproximadamente de 270° corren sobre dos catarinas deflectoras (10) que a su vez van montadas sobre dos flechas (11) que giran entre dos chumaceras laterales (12) cada una. Una vez que las cadenas pasan sobre estas catarinas deflectoras continúan su trayectorias verticales descendentes para ser acopladas a dos contrapesos (13) que corren verticalmente en la parte lateral a cada extremo de la cabina del elevador. Los contrapesos tienen en total una masa equivalente al 100% de la masa de la cabina más el 50% de la masa de la carga que se pretende transportar, con lo que se logra que los consumos de energía para subir la cabina totalmente cargada o para bajarla sin carga alguna sean equivalentes; siendo estas las condiciones de carga máxima a las cuales estarán sometidos los elementos de tracción y motrices del elevador. Bajo estas condiciones se optimiza en forma muy importante el tamaño de los equipos motrices; toda vez que únicamente estarán calculados para el 50% de la carga máxima a elevar o a bajar en cualquiera de los movimientos de ascenso o descenso. El contrapeso en forma similar a la cabina, se encuentra guiado verticalmente por dos rieles (14) sobre los cuales se deslizan las correderas o las rodajas de alineamiento (no mostradas en LA FIGURA 5), comunes en estos casos, que van firmemente atornilladas a las aristas del cuerpo de cada contrapeso.

En la parte inferior de cada uno de los contrapesos se encuentra un par de cadenas descendentes (15) que corren verticalmente para girar alrededor de dos catarinas (16) de tracción que se encuentran montadas sobre una flecha horizontal (17) y juegos de dos chumaceras (18) en los extremos de cada catarina. Las catarinas van fijamente acopladas a la flecha de tracción mediante cuñas o cualquier otro aditamento que no permita el deslizamiento con las flechas tractoras. En un extremo de la flecha tractora, ésta se acopla a dos reductores de velocidad inferiores mediante dos coples (7) que tienen el objetivo de absorber cualquier desalineamiento lineal o angular con la flecha de salida de los reductores de velocidad (8). Acoplado directamente a cada reductor de velocidad (8) que son de tipo planetario, van dos servomotores (9). Todo este conjunto deberá ir montado a dos placas bases (41) que tengan suficiente rigidez las cuales irán ancladas a una estructura (43) que va anclada al piso de la fosa del elevador. Una vez que dichas cadenas (15) dan la vuelta alrededor de las poleas tractoras inferiores, suben en un ángulo de aproximadamente 45° a dos poleas deflectoras inferiores (19), que en forma similar van firmemente acopladas a dos flechas (20) que giran en medio de dos chumaceras horizontales (21) cada una y que también están firmemente ancladas al piso de la fosa del elevador. A partir de este momento las cadenas (15) suben verticalmente hasta ser firmemente acopladas a la parte inferior del puente superior del marco de seguridad (44) de la cabina (1).

De esta forma la cabina (1), las cadenas tractoras (3), los contrapesos (13), las cadenas de retorno (15) y nuevamente la cabina (1), forman un circuito cerrado deslizante no elástico, logrando con esto una absoluta



precisión en sus movimientos relativos y con un mayor equilibrio entre las masas de las cargas de la cabina, más la carga a levantar y la carga de los contrapesos.

5 Las catarinas tractoras (4) y (16) al ser de menor diámetro que las poleas tractoras para cables tradicionales, permite el mantener velocidades angulares mayores en la flecha de salida del reductor de velocidad, con lo que se requieren menores relaciones de velocidad en los reductores  
10 (8), proporcionándole una mayor eficiencia al mismo, por lo que en este caso resulta más adecuada la selección de reductores de velocidad tipo planetario que los reductores de velocidad tipo helicoidal usados tradicionalmente, incrementando la eficiencia en factores que superan el 15%  
15 contra estos últimos. Así también tiene la ventaja de que los reductores de tipo planetario pueden transmitir torques proporcionalmente superiores comparados por los reductores helicoidales, y permiten factores de sobrecarga significativamente más altos. La eficiencia del tipo de  
20 reductores planetarios, por lo general es superior al 95%, siendo éstos de un tamaño compacto y no requiriendo por lo general mantenimiento, toda vez que no existen elementos sujetos a fricción como en el caso de los reductores helicoidales. Los reductores tipo planetario son reversibles  
25 y por lo general son de alta precisión sin juego angular (cero *backlash*). El diseño inherente de las catarinas para ser acopladas con las cadenas de tracción no tiene deslizamiento alguno, por lo que no existe desgaste por fricción entre estos dos elementos manteniendo durante más  
30 tiempo sus condiciones originales.

En el presente caso del elevador con servomotores

no se requieren los frenos de contra-vuelta de los elevadores tradicionales, que normalmente van acoplados al reductor de velocidad, teniendo en sustitución un freno estático (25) acoplado directamente al rotor del servomotor (9), es decir, en el lado de bajo torque del sistema y que permite por sus características inherentes, el tener una mejor coordinación en el proceso de frenado y liberación que actúa en solo cuestión de milisegundos. Asimismo los servomotores al entrar en condición de falla o falta de energía pueden ser programados para que sus embobinados entren en corto circuito, permitiendo que la carga se deslice muy suavemente en forma controlada de tal manera que no se visualizan impactos de la cabina en la parte superior o contra el foso del elevador por sobrevelocidad. Asimismo las características de los propios servomotores les permiten mantener una posición estática de rotor bloqueado, para las diferentes paradas de la cabina del elevador con una capacidad aún superior a la que normalmente se obtienen con los frenos de contravuelta de los elevadores tradicionales.

Los servomotores que normalmente han sido diseñados como equipos motrices para procesos altamente repetitivos tienen las siguientes ventajas que los diferencian de los motores eléctricos tradicionales de los elevadores: se encuentran diseñados y fabricados para una gran cantidad de arranques y paros sin que los estatores fallen por sobrecalentamiento; a pesar de que son de armazones mas compactos, están fabricados con materiales que permiten una mayor disipación de calor; los embobinados se encuentran fabricados con alambres mas delgados y en mucho mayor número que los motores tradicionales teniendo una mayor densidad de corriente; los magnetos permanentes son muy potentes lo que

les permite desarrollar potencias relativamente altas en  
armazones relativamente pequeños; son de frecuencia, voltaje,  
torque y amperaje programable por lo que su desempeño es  
totalmente predecible teniendo acoplado en el extremo  
5 posterior de la flecha del rotor un codificador que nos  
permite retroalimentar todos estos parámetros al servo-  
amplificador que le envía la corriente de potencia y de  
control en forma programada atendiendo a las señales del  
controlador del servomotor. No se proporcionan mas detalles  
10 en la descripción de esta patente relativa a los servomotores  
toda vez que estos son de uso común en la industria.

Los controles del elevador se encuentran  
constituidos como aparecen en LA FIGURA No. 7 y se encuentran  
15 básicamente constituidos por los siguientes elementos: un  
controlador lógico programable (PLC) (22), en donde reside el  
programa de la lógica de control y operación del elevador y  
que tiene como función el registrar los comandos de llamada  
de la cabina del elevador (23), bien sea de cualquiera de los  
20 pisos (24) a los cuales se pretende dar servicio, en donde se  
encuentran las botoneras de subida o de bajada, así como los  
comandos de la botonera de la cabina del elevador para subir  
o bajar al ser presionados por el operador o los pasajeros.  
Así mismo el (PLC) (22) acumula las llamadas en cola de  
25 espera de manera secuencial cuando el elevador se encuentra  
en operación. Los programas lógicos de control son similares  
a los usados en los circuitos integrados con  
microprocesadores tradicionales de cualquier tipo de elevador  
por lo que no abundaré en este punto y solo haré referencia  
30 en el sentido de que el controlador lógico programable (PLC),  
tiene la capacidad de sustituir a los controladores  
tradicionales de elevadores en forma por demás confiable y

con mayores potenciales de uso por sus características universales como elemento de control de cualquier tipo de proceso. El controlador lógico programable tiene capacidad de recibir señales analógicas y digitales de acuerdo a las necesidades de cada caso y enviar las señales de salida en cualquiera de los dos sistemas hacia los elementos motrices del elevador.

Conectado con el control lógico del programador lógico de control (PLC), se encuentra el controlador maestro de movimientos del servomotor (26) que se comunica y comanda en paralelo a los controladores esclavos (28), el cual envía las señales de arranque al servo-amplificador (27) y (30) que son los aparatos que le suministran la potencia a los servomotores, misma que ha sido programada para que trabajen en sincronía, de forma tal que se establezcan los tiempos o ciclos de aceleración, velocidad máxima, torque y las condiciones de posición en donde inician y terminan las aceleraciones y desaceleraciones así como el paro; todo esto con la retroalimentación de los codificadores (28) montados en la flecha del rotor de cada servomotor. Por lo tanto se obtiene un lazo cerrado de alimentación y retroalimentación, que nos permite establecer y conocer el comportamiento real del sistema. En este sentido el sistema de desplazamiento vertical queda regido por coordenadas verticales de posición relativa de las cadenas que a través de las conversiones adecuadas por el radio de las catarinas y de la relación de transmisión de los reductores de velocidad, se obtiene la conversión de coordenadas a pulsos de los codificadores para su adecuada programación. Como se puede apreciar ya resultan innecesarios los sensores externos tanto inductivos como mecánicos u ópticos tradicionales toda vez que las posiciones

se logran a través de la contabilidad de pulsos registrados en el codificador del servomotor maestro, con una redundancia del codificador esclavo. Solo se recomendarían sensores externos de sobrecarrera en la parte superior e inferior del cubo del elevador con el propósito de no depender de un solo sistema para la seguridad del elevador. Finalmente el uso de los controladores lógicos programables nos permite la posibilidad de incrementar la confiabilidad en términos de seguridad conectando dos PLC en paralelo es decir en redundancia. En el caso de elevadores con dos o más servomotores también se incrementa la confiabilidad, ya que cada servomotor cuenta con su propio codificador y por lo tanto se obtienen señales de retroalimentación en paralelo. La actual tecnología en comunicaciones permite a los PLC conectarse en redes abiertas con sistemas de monitoreo y adquisición de datos que posibilita la elaboración de diagnósticos y la comunicación con sistemas de administración de edificios inteligentes.

REIVINDICACIONES

1.- Elevador para pasajeros o carga en base a  
5 cadenas, contrapesos, y servomotores del tipo que tiene una  
cabina que es transportada verticalmente, caracterizado  
porque comprende:

- por lo menos un sistema de tracción compuesto de  
un juego de cadenas de tracción;

10 - un juego de catarinas tractoras montadas sobre  
una flecha que rueda dentro de dos chumaceras y que está  
conectada mediante un cople flexible a por lo menos un  
reductor de velocidad tipo planetario al (a los) cual(es) va  
directamente acoplado por lo menos un servomotor con freno;

15 - un juego de catarinas tensoras superiores;  
- por lo menos un contrapeso equivalente al peso  
de la cabina mas la mitad de la carga máxima que se pretende  
transportar;

- un segundo juego de cadenas descendentes que  
20 conectan a por lo menos un contrapeso con la parte inferior  
de la cabina;

- un segundo juego de catarinas tensoras inferiores  
montadas firmemente sobre una flecha que gira en el centro de  
dos chumaceras que van soportadas por una estructura anclada  
25 a la fosa del elevador;

- un tercer juego de catarinas tensoras inferiores  
que van montadas sobre una flecha que gira en el centro de  
dos chumaceras que van firmemente ancladas a una estructura  
colocada en el foso del elevador;

30 - un sistema de potencia y control constituido por  
un controlador lógico programable, que recibe las señales  
provenientes de las botoneras tanto de los pisos del edificio

donde va a trabajar el elevador como de la botonera de la cabina del elevador y mediante un programa de operación especialmente diseñado, ejecuta las ordenes hacia un controlador de movimiento de cada servomotor que con parámetros previamente establecidos ordena a cada servo-amplificador mandar la corriente y el voltaje hacia el respectivo servomotor y su freno a fin de que éste lleve a cabo el trabajo previamente preestablecido;

-tiene además un codificador montado en la flecha del respectivo servomotor; el codificador proporciona los pulsos de control y proporciona una retroalimentación al servo-amplificador y finalmente al controlador lógico programable de las funciones realizadas por todo el sistema de tracción.

2. El elevador de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque tiene dos reductores y servomotores de tracción superior y acoplados a las catarinas tractoras que jalen hacia arriba la cabina o los contrapesos del elevador, teniendo el elevador dos sistemas de tracción idénticos, excepto que uno de los controladores de movimiento para los servomotores es de tipo maestro y el otro es de tipo esclavo.

3. El elevador de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque uno de los sistemas de tracción puede ser usado como respaldo del otro, con lo cual se puede operar el elevador aún teniendo un equipo en condición de falla, solo modificando las velocidades de operación.

4. El elevador de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque tiene cuatro reductores y servomotores de tracción, dos de ellos, superiores y acoplados a las

primeras catarinas tractoras y los otros dos, inferiores y acoplados en segundas catarinas tractoras, que jalan hacia arriba o hacia abajo la cabina y los contrapesos del elevador, teniendo el elevador cuatro sistemas de tracción  
5 idénticos, excepto que uno de los controladores de movimiento para los servomotores es de tipo maestro y los otros tres son de tipo esclavo

5. El elevador de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque dos de los sistemas de tracción  
10 pueden ser usados como respaldo de los otros, con lo cual se puede operar el elevador aun teniendo uno o hasta dos equipos en condición de falla, sólo modificando las velocidades de operación.

15

20

25

30



1/7

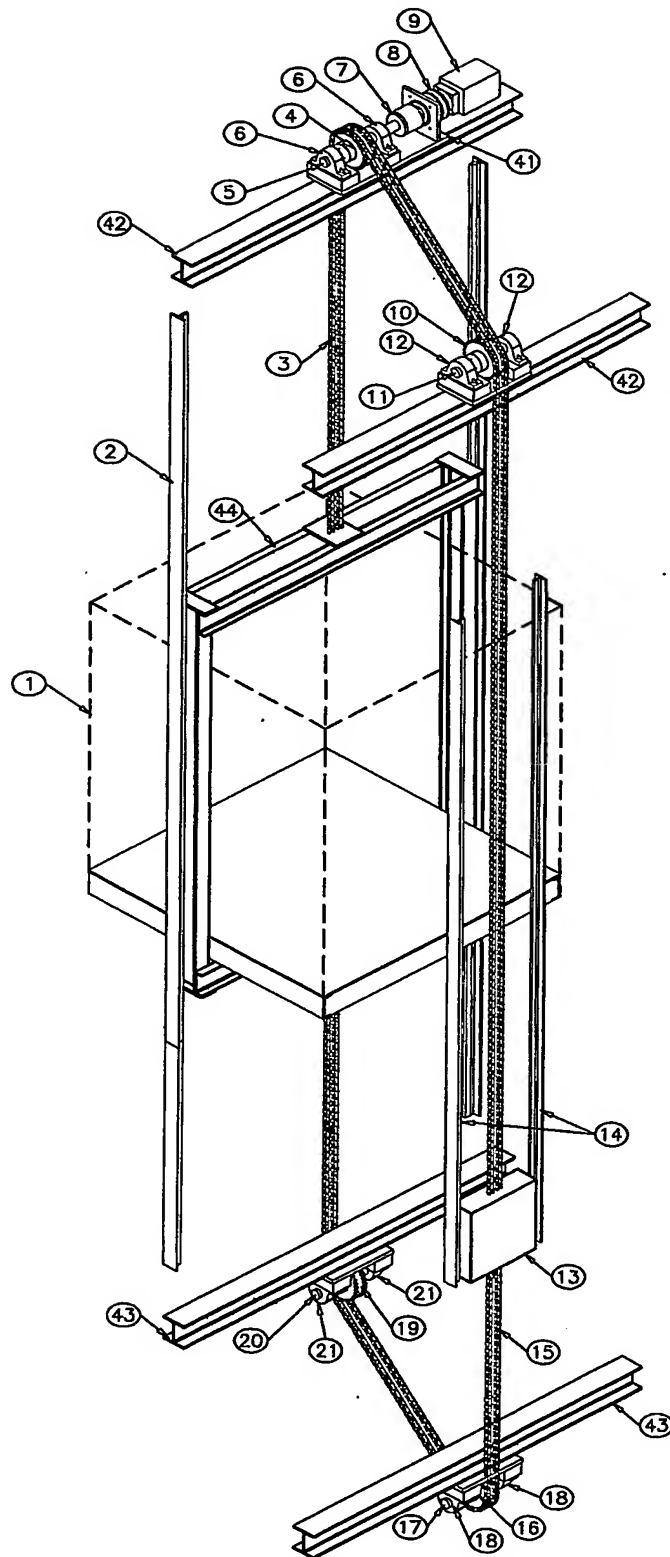


FIGURA 1

2/7

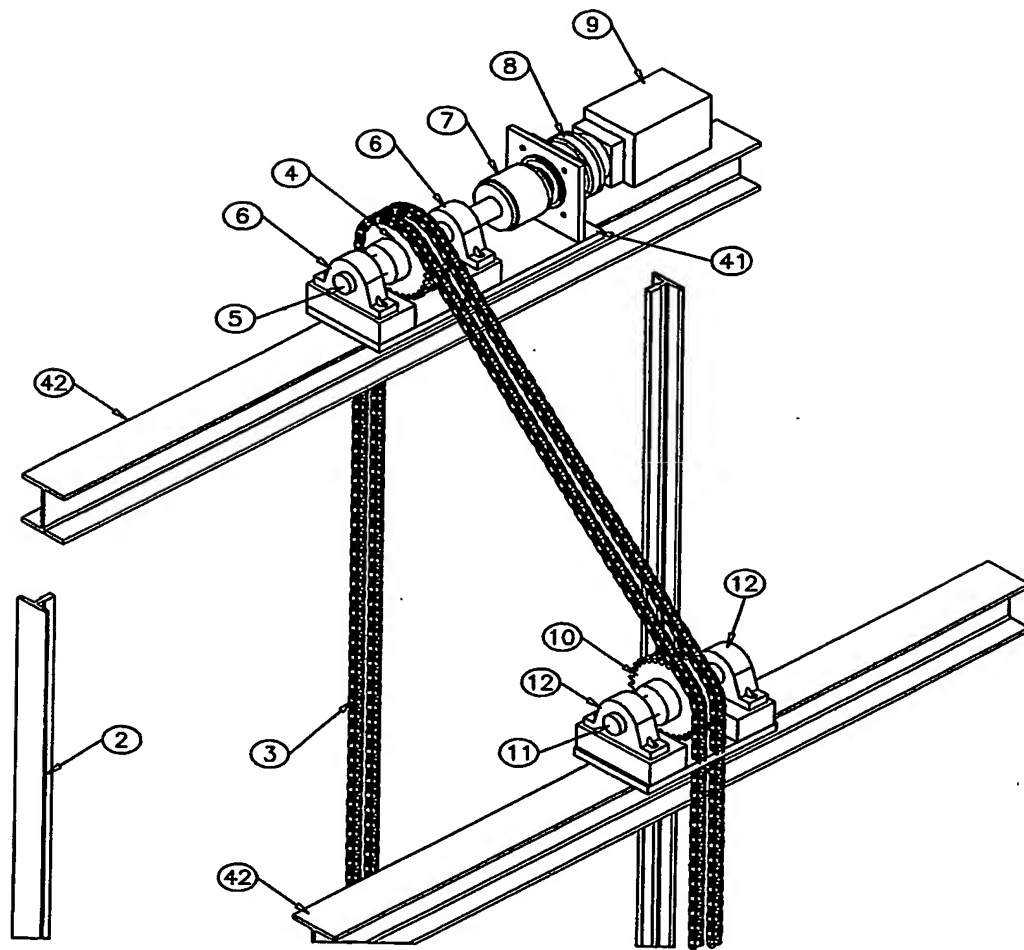


FIGURA 2

3/7

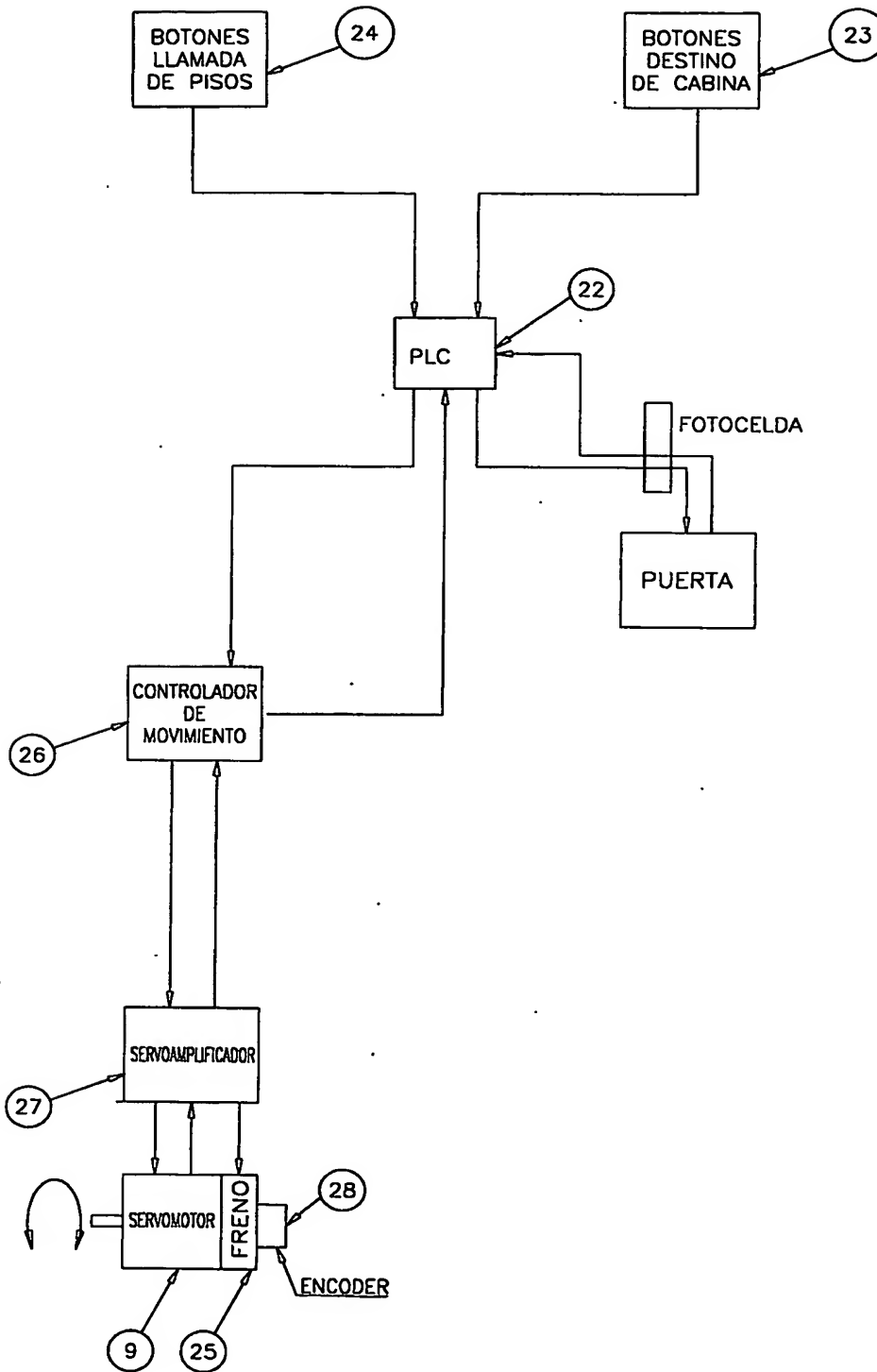


FIGURA 3

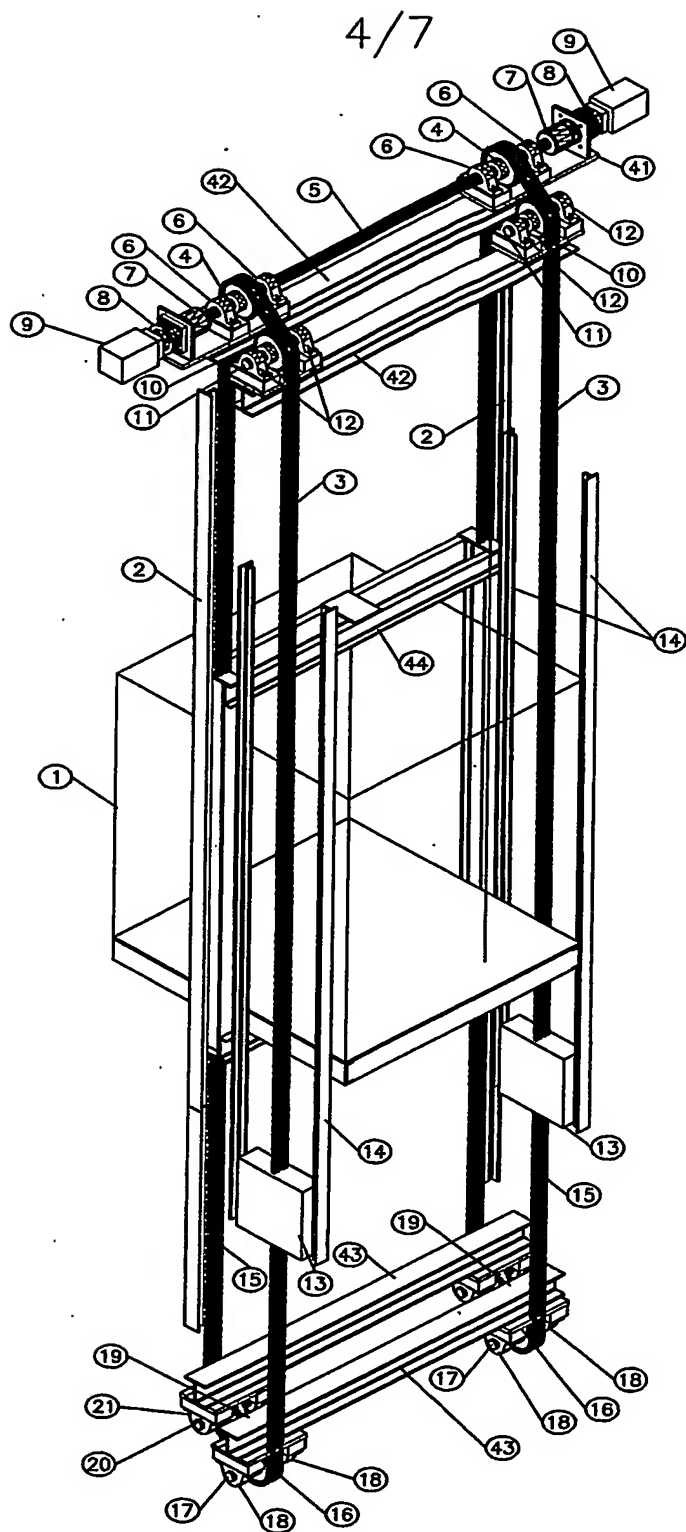
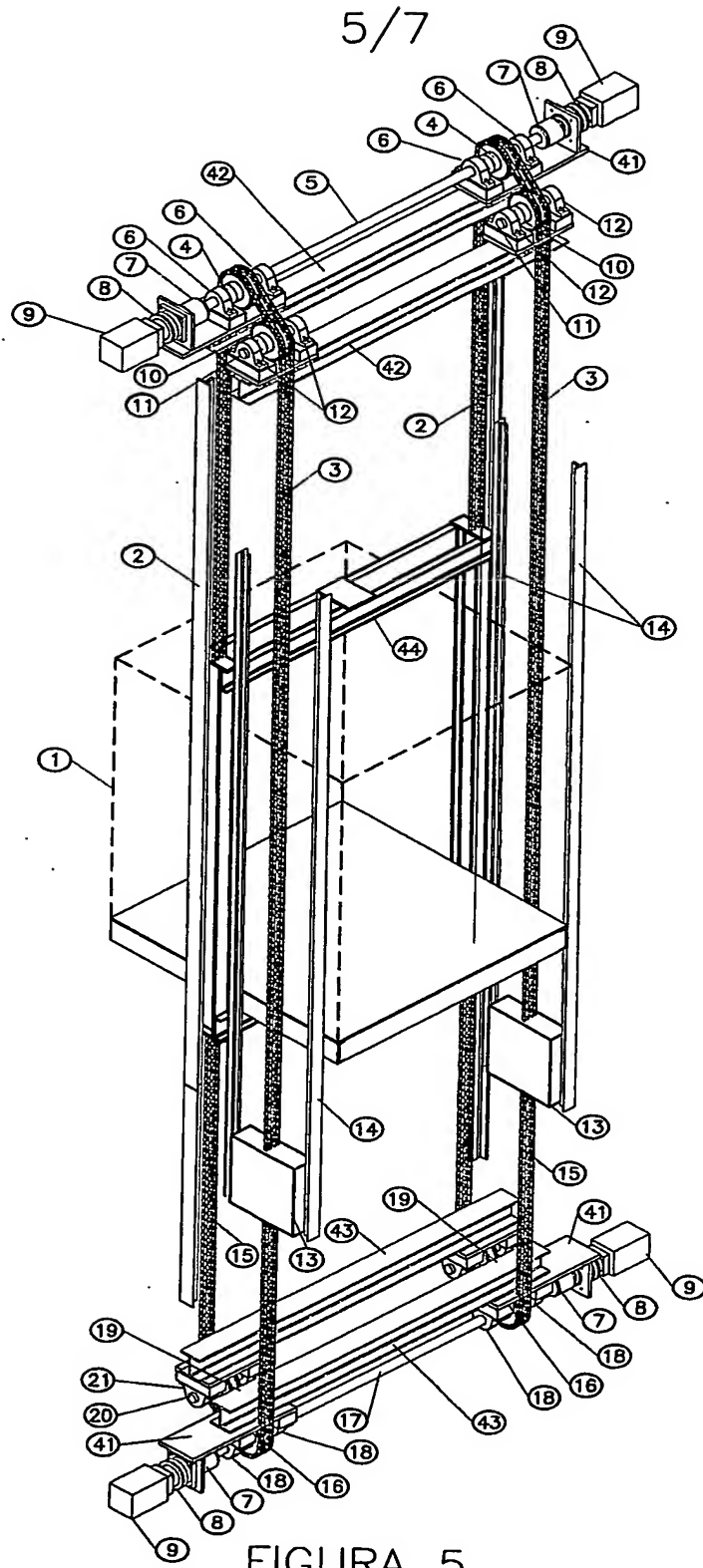


FIGURA 4



6/7

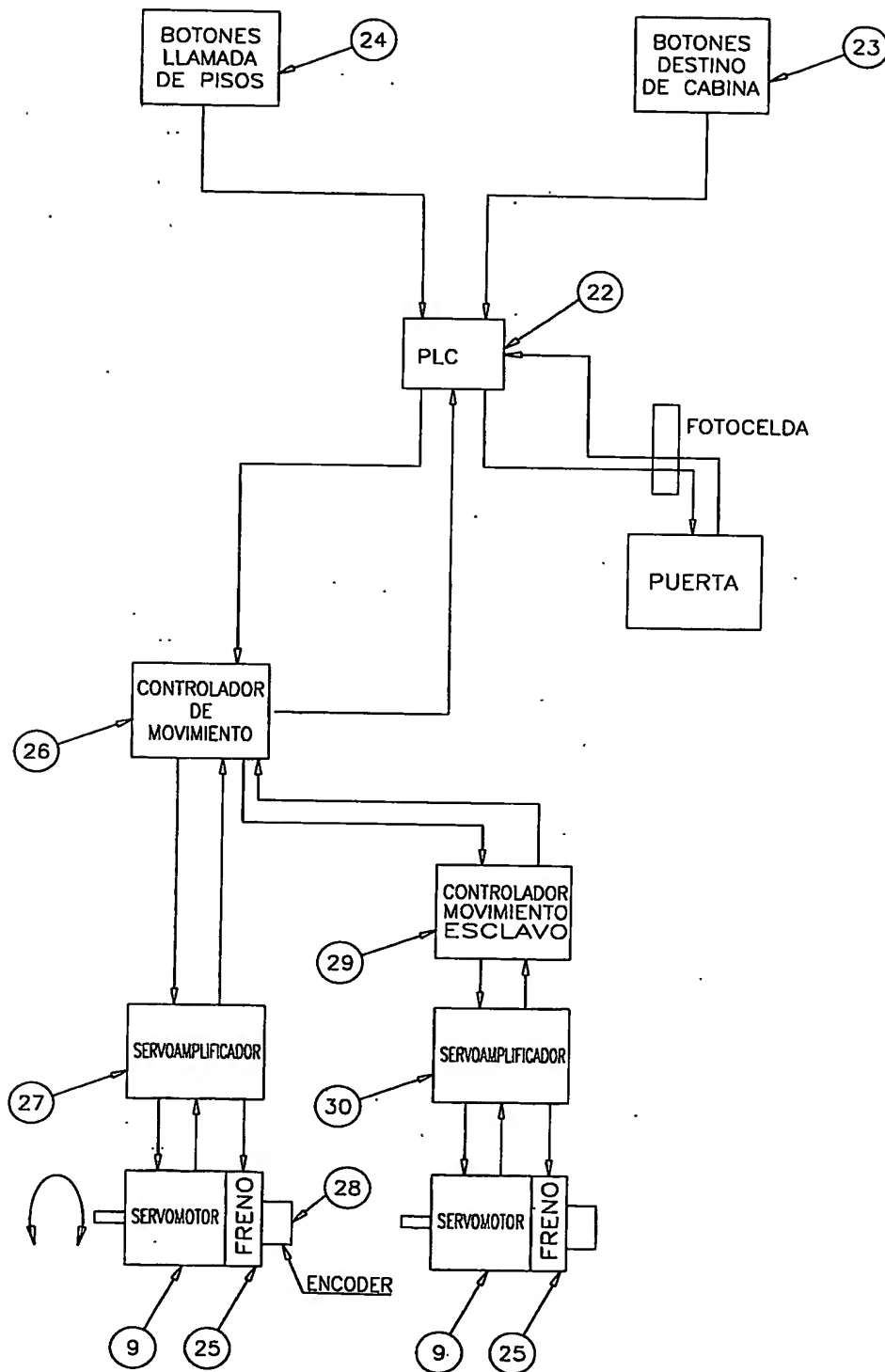


FIGURA 6

7/7

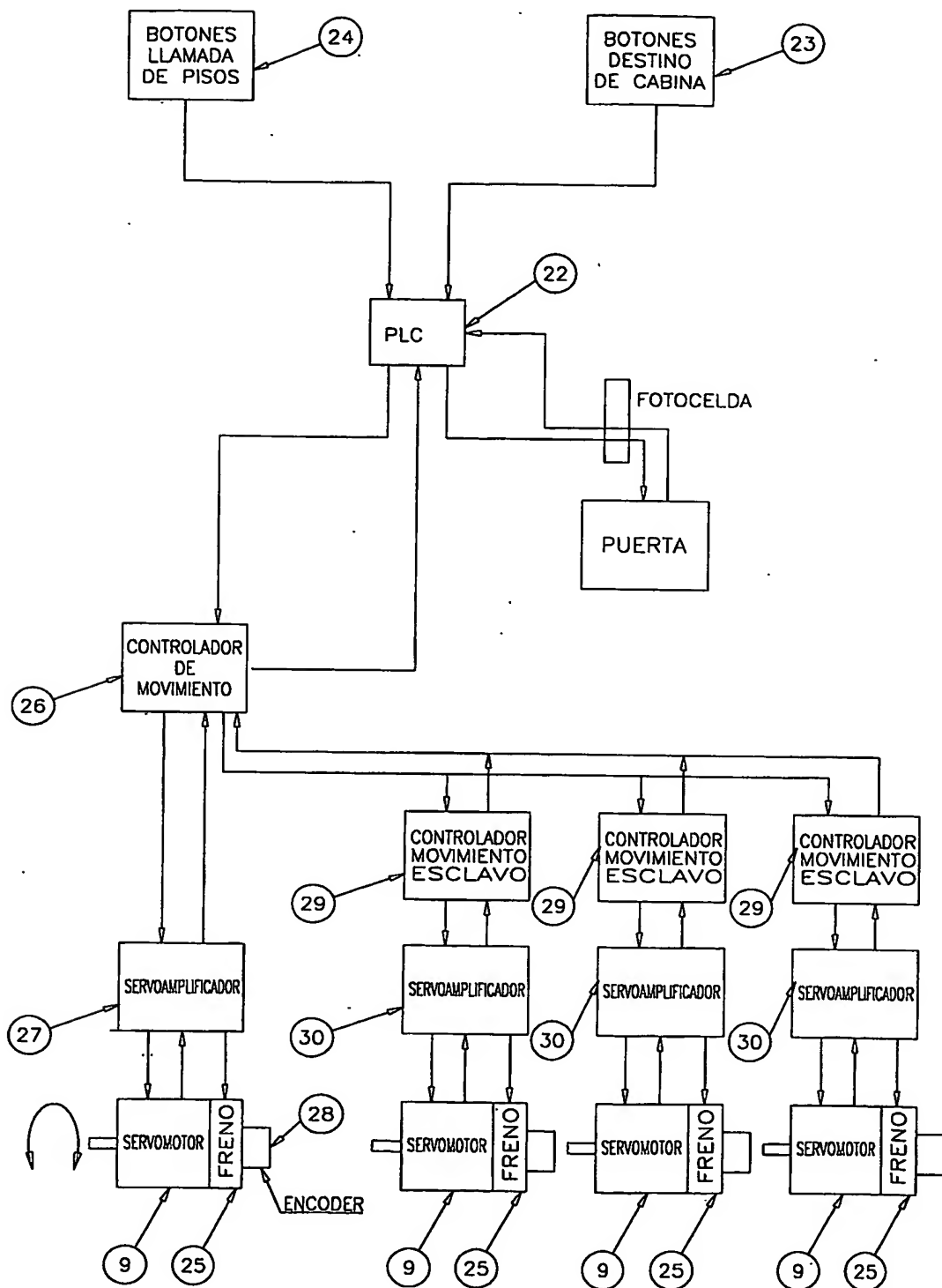


FIGURA 7